
Cobertura vegetal en lechuga: efecto sobre la producción y eficiencia de uso del agua y nitrógeno



Plant cover in lettuce: effect on production and efficiency of water and nitrogen use

Daiana Susana Huespe

Agencia de Extensión Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
huespe.daiana@inta.gob.ar

Juan Alberto Galantini

Comisión de investigaciones científicas (CIC), Argentina
Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Argentina
Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina
juangalantini@gmail.com

Cristian Álvarez

Agencia de Extensión Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Argentina
alvarez.cristian@inta.gob.ar

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 24, e0034, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Semestral

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 06 agosto 2024

Aprobación: 21 noviembre 2024

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0034>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5865251002/>

Resumen: El uso de cobertura vegetal modifica la relación suelo atmósfera e influye sobre la productividad agrícola y el ambiente. El objetivo de este estudio fue cuantificar el efecto de la cobertura vegetal en el cultivo de lechuga, irrigada con agua de baja y alta salinidad, sobre la eficiencia en el uso del nitrógeno y del agua en dos tipos de suelo (arenoso y franco arenoso) en la región semiárida pampeana. El ensayo se realizó durante 4 ciclos consecutivos en 2020 y 2021. Los tratamientos fueron calidad del agua de riego, con 1,0 y 2,0 dS m⁻¹, con cobertura vegetal (CCV) y sin ella (SCV) a base de centeno cortado a 1 cm. Se aplicó una combinación de Urea:Abono orgánico: 100Ni (100:0) y 100No (40:60) para igualar una dosis de 100 kg N ha⁻¹. Se cuantificó: la materia seca de raíces (MS_R), aérea (MS_A) y total (MS_T), el contenido de proteína de la MS_T, la eficiencia de uso del agua (EUA) y del nitrógeno (EUN). En el suelo arenoso los tratamientos SCV con agua de 2,0 dS m⁻¹ afectó negativamente el desarrollo de las plantas, mientras que CCV el efecto del agua se vio atenuado. En el suelo franco arenoso el efecto del uso de cobertura fue significativo en la proteína de la MS con un 65% superior en los tratamientos CCV respecto a los tratamientos SCV. La textura del suelo condiciona la respuesta al uso de cobertura vegetal y agua. La respuesta en la productividad fue similar en todos los tratamientos sin diferencias significativas en la fuente de nitrógeno.

Palabras clave: cobertura, salinidad, riego.

Abstract: *The use of plant cover modifies the soil atmosphere relationship and influences agricultural productivity and the environment. The objective of this study was to quantify the effect of plant cover in lettuce irrigated with two different water qualities on the efficiency of nitrogen and water use in two soils (sandy and sandy loam) of the semi-arid Pampas region. The trial was carried out during 4 consecutive cycles in 2020 and 2021. The treatments were irrigation water quality, with 1.0*

Notas de autor

huespe.daiana@inta.gob.ar

and 2.0 dS m⁻¹, with vegetation cover (CCV) and without it (SCV). A combination of Urea:Organic fertilizer: 100Ni (100:0) and 100No (40:60) was applied to equal a dose of 100 kg N ha⁻¹. The following were quantified: the dry matter of roots (MS_R), aerial matter (MS_A) and total (MS_T), the protein content of the MS, the efficiency of water use (EUA) and nitrogen (EUN). In the sandy soil, the SCV treatments with water of 2.0 dS m⁻¹ negatively affected plant development, while CCV the effect of water was attenuated. In the sandy loam soil the effect of the use of cover was significant in the MS protein with 65% higher in the CCV treatments compared to the SCV treatments. The texture of the soil conditions the response to the use of vegetation cover and water. The response in productivity was similar in all treatments without significant differences in the nitrogen source.

Keywords: *mulching, salinity, irrigation.*

Introducción

El nitrógeno (N) es esencial para las plantas al formar parte de las proteínas y de la clorofila resultando en mayor rendimiento de los cultivos (Kim et al., 2020). El uso excesivo de los fertilizantes sintéticos perjudica las propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo, estresa la planta, contamina el ambiente, lo que causa reducción en el rendimiento y pérdida económica (Cruz Nieto et al., 2022).

El uso excesivo de fertilizantes químicos en la agricultura causa contaminación ambiental severa sobre los recursos agua, suelo y aire (Beltrán y Bernal, 2022). La presencia de metales pesados en fertilizantes químicos ha incrementado la amenaza de acumulación de materia inorgánica, eutrofización de fuentes hídricas y, la formación de partículas y emisión de gases de efecto invernadero que han contribuido a la pérdida del rendimiento de los cultivos y deterioro de su calidad (Himani y Siddhardha, 2019). Los abonos orgánicos en base a estiércol animal, liberan diferentes cantidades de N inorgánico dependiendo de su contenido y calidad, que pueden durar más que el ciclo del cultivo. Por lo expuesto, el conocimiento de la dinámica de esta liberación de N inorgánico es útil, no sólo para estimar la disponibilidad de N a partir de modificaciones durante la temporada, sino también para mejorar la sincronía entre el suministro de N y demanda de N del cultivo (Cardoso Prieto, 2016). Por otra parte, la urea tiene pérdidas de volatilización del N inorgánico o desnitrificación en condiciones de alta humedad en el suelo. Una alternativa para la fertilización es la reutilización de residuos orgánicos a través de un proceso de transformación en el cual intervengan bacterias, hongos y/o algas (biotransformación) (Moisés et al., 2018). Las aplicaciones de los abonos orgánicos suelen ser en dosis basadas en N, pero es fundamental considerar la mineralización, la cual varía dependiendo de la naturaleza del abono y de los métodos de estabilización, ya sea crudo, compost o vermicompost. Los principales factores que influyen en este proceso son la temperatura, la humedad y la textura del suelo (Cardoso et al., 2015). Además, el contenido de N en abonos orgánicos no está disponible directamente para las plantas, necesita ser transformado a formas solubles que puedan ser absorbidas por el cultivo (Cardoso et al., 2012). El N orgánico del compost se transforma lentamente en NH_4^+ y NO_3^- por lo que no se mineralizan rápidamente en el periodo inicial tras su aplicación en el suelo, sino que se almacenan y se liberan paulatinamente (Sánchez y Delgado, 2008). En la mayoría de los suelos agrícolas a medida que aumenta la temperatura, aumenta la mineralización de nitrógeno (Eghball, 2002), alcanzando los valores más altos cuando la humedad está cerca de la capacidad de campo y disminuye con el secado del suelo (Cassman y Munns, 1980). La textura del suelo también es importante para la estabilización de la materia orgánica, ya que la arcilla permite la formación de complejos órgano-minerales estables, disminuyendo pérdidas de carbono (C) y N por mineralización (Amlinger et al., 2003). La aplicación de prácticas de manejo adecuadas puede incrementar la productividad agrícola, mejorar la calidad del suelo, previniendo o reduciendo su degradación (Felipe Morales, 2002; Fernández et al., 2017). En ese sentido, el manejo sustentable de los suelos mediante diversas prácticas resulta prometedor (Dhakal y Nandwani, 2020). Una alternativa es el uso de cobertura vegetal, la cual evidencia un incremento en la reserva de carbono y su fertilidad (Jarecki et al., 2018). En la región semiárida las precipitaciones limitan la productividad (Díaz-Zorita et al., 2002). En estas zonas, el principal factor de pérdida de agua desde la superficie del suelo es la evaporación, que puede reducirse con coberturas (Bodner et al., 2007). La eficiencia de almacenamiento de agua en el suelo está íntimamente ligada al nivel de cobertura, observándose las mayores eficiencias en aquellos suelos con alto nivel de cobertura de residuos (Duval et al., 2021). El objetivo de este estudio fue cuantificar el efecto de la cobertura vegetal en la lechuga irrigada con dos calidades de agua diferente sobre la eficiencia del uso del nitrógeno y del agua en dos suelos (arenoso y franco arenoso) de la región semiárida pampeana.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la localidad de General Acha, La Pampa, Argentina (37°36'44,381" 64°56'64,995"), Km 28 RN 152. Se analizaron dos suelos de texturas contrastantes. El ensayo se realizó en macetas con 5 repeticiones (aleatorizadas) durante 4 ciclos consecutivos totales (2020 y 2021). Los tratamientos fueron: con cobertura vegetal (CCV) a base de centeno cortado a 1 cm y sin ella (SCV). Los tratamientos de fertilización fueron expresados en kg ha⁻¹ de Urea:Abono orgánico 100Ni (100:0) y 100No (40:60) para igualar una dosis de 100 kg N ha⁻¹ y se realizó previa al trasplante de lechuga en el primer y tercer ciclo. El abono orgánico se elaboró con residuos biotransformados en base a cebolla y estiércol de vaca de origen orgánico y urea como fuente de síntesis química. Para la caracterización química del abono orgánico se realizaron las siguientes determinaciones químicas: C orgánico total (COT) por analizador automático Leco Truspec (Leco Corporation, St Joseph, MI), N total (Nt) mediante el método semi-micro Kjeldahl (Bremner, 1996), fósforo (P) total, azufre (S), magnesio (Mg), potasio (K), manganeso (Mn) y hierro (Fe) mediante digestión húmeda (ácido nítrico y perclórico 2:1) con posterior determinación por espectrometría de emisión por plasma, pH y conductividad eléctrica (CE) por método 1+5 v/v (Bárbaro, 2011) (Tabla 1).

Tabla 1 / Table 1

Tabla 1. Caracterización química del abono orgánico. / *Chemical characterization of organic fertilizer.*

	pH	CE	COT	Nt	C:N	MO	P	S	Mg	K	Mn	Fe
		(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)			(%)				(g kg ⁻¹)		
Abono orgánico	8,6	4,46	176	15,8	11,2	31,9	2,2	2,1	8,2	18,6	339	5,8

pH, potencial Hidrógeno. CE, conductividad eléctrica. COT, carbono orgánico total. Nt, nitrógeno total. C:N, relación carbono nitrógeno. MO, materia orgánica. P, fósforo. S, azufre. Mg, magnesio. K, potasio. Mn, manganeso. Fe, hierro.

Suelos utilizados

Se seleccionaron dos suelos característicos de la región, uno arenoso, recolectado en General Acha (37°23'19,896" 64°43'41,325") y otro franco arenoso, recolectado en Anguil (36°34'17,954" 63°59'28,402"). Se caracterizaron los suelos en estudio, en la profundidad 0-20 cm. Se tomaron dos muestras compuestas de los suelos a evaluar y se realizaron las siguientes determinaciones químicas: carbono orgánico total (COT) por analizador automático Leco Truspec (Leco Corporation, St Joseph, MI); pH y conductividad eléctrica (CE) se determinaron por el método potenciométrico en extracto con una relación suelo/agua 1:2,5; fósforo extractable (Pe) (Bray y Kurtz, 1945) (Tabla 1). Se calculó el índice de materia orgánica (IMO) propuesto por Quiroga et al. (2005) (Tabla 2), de acuerdo con la ecuación:

$$MO = MO / (L + A) = 100$$

donde: MO, materia orgánica (%); L, Limo (%); A, Arcilla (%).

Tabla 2 / Table 2

Caracterización química edáfica del suelo de 0-20 cm. / *Edaphic chemical characterization of the 0-20 cm soil.*

Suelo	MO	IMO %	Pe mg kg ⁻¹	pH 1:2,5	CE dS m ⁻¹
Arenoso	1,40	12,5	29,2	7,1	0,70
Franco arenoso	2,40	5,5	26,0	6,6	0,70

Agua

El tratamiento principal I, se regó con dos calidades de agua con conductividad eléctrica (CE) de 1,0 dS m⁻¹ considerada de baja salinidad y adecuada para los cultivos y de 2,0 dS m⁻¹, de alta salinidad para la zona. En base al análisis químico y las normas de Riverside (USSS, 1954) el agua es baja en sales (C1) y en cuanto al sodio se clasifica baja en sodio (S1).

El tratamiento secundario II, se aplicó una dosis de 100 kg N ha⁻¹ usando dos combinaciones de las fuentes abono orgánico y urea (100 Ni (0,14:0,00) y 100 No (0,05:2,50)).

Evaluación de materia seca, EUA y EUN

Se cuantificó la materia seca de raíces (MS_R), aérea (MS_A) y total (MS_T). El nitrógeno de la MS_T fue determinado por método de semi-micro Kjeldahl (Bremner, 1996), y la proteína bruta se obtuvo de multiplicar el porcentaje de N por el factor de conversión de 6,25 (Volonteri y Jonas, 1981). La eficiencia de uso del agua (EUA, kg MS ha⁻¹ mm⁻¹), la cual se puede definir como la producción de un cultivo por unidad de agua utilizada y la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN, kg N ha⁻¹), ambas eficiencias para la MS total, aérea y radicular, con las siguientes ecuaciones:

$$EUA \text{ (kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}\text{)} = MS \times A^{-1}$$

donde: MS: producción de materia seca (kg MS ha⁻¹); x: total, aérea y raíz a cosecha; A: agua aplicada con el riego durante el ciclo del cultivo (mm).

$$EUN \text{ (kg N ha}^{-1}\text{)} = MS \times N^{-1}$$

donde: MS: producción de materia seca (kg MS ha⁻¹); x: total, aérea o raíz a cosecha; N: nitrógeno aplicado (kg ha⁻¹).

Análisis estadístico

El diseño estadístico fue completamente aleatorizado. El análisis estadístico se realizó con el software INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2020). Los datos se presentan como medias en cada uno de los suelos. Las diferencias en los resultados afectados por las diferentes calidades de agua, así como la interacción entre ellos, se evaluaron mediante análisis de la varianza (ANOVA) y la comparación de medias de tratamientos fue analizada por el Test de Fisher con un nivel de significancia del $\alpha \leq 5\%$.

Resultados y Discusión

Materia seca, EUA y EUN

Se encontró interacción significativa entre los suelos, lo que evidencia un comportamiento diferente frente a las variaciones de calidad del agua y la cobertura dependiendo de su textura (Tabla 3 y 4).

Suelo arenoso: Se observó un impacto altamente significativo de la cobertura ($p < 0,0001$) en la mayoría de los casos para las variables analizadas (Tabla 3).

El agua salina afectó negativamente el desarrollo de las plantas de lechuga en los tratamientos SCV, mientras que con cobertura el mismo fue menor (Tabla 3). En la producción de MS_A no se registró diferencias significativas por consecuencia del agua de riego en CCV o SCV. Sin embargo, en las variables MS total y radicular se observó una disminución significativa por el uso de agua salina en los tratamientos CCV. En los tratamientos SCV se observaron pérdidas totales (100%) de productividad con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabla 3).

En ambas eficiencias, tanto la EUA como la EUN, los valores fueron aproximadamente tres veces superiores cuando se utilizó agua de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ en comparación con los tratamientos regados con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. En cuanto a la proteína de la MS , no se observó ningún efecto atribuible al uso de agua salina (Tabla 3).

El impacto por el uso de cobertura vegetal fue notable, ya que se observó un incremento del 27% en la MS_T ; del 31% en la MS_A y del 24% en la MS_R en los tratamientos CCV respecto a los tratamientos SCV que fueron regados con agua de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$. Mientras que, cuando fueron regados con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, ambas eficiencias mostraron pérdidas totales en la MS total, aérea y radicular para los tratamientos SCV en comparación a los tratamientos CCV. Para la proteína de la MS el uso de cobertura vegetal generó diferencias significativas en ambas calidades de agua. Los resultados coinciden con el trabajo realizado por Quispe et al. (2021), quienes demostraron que el uso de las coberturas vegetales como trébol, vicia y mulch (cobertura vegetal) asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) presentaron mayor rendimiento (kg ha^{-1}) en 44; 37 y 38% respectivamente, en relación con la siembra sin cobertura. En síntesis, en suelos arenosos como el estudiado, la cobertura tiene un efecto significativamente positivo sobre la producción de lechuga que es mayor cuando la calidad del agua de riego es de menor calidad.

Suelo franco arenoso: En este suelo, los tratamientos representaron diferencias, sin embargo, no fueron significativas estadísticamente (Tabla 4). Los tratamientos regados con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ presentaron mermas del 18% para la MS_T y del 29% para la MS_A . En tanto, en la MS_R no se observaron disminuciones en los tratamientos SCV en comparación a los tratamientos CCV. A diferencia del suelo arenoso en el cual en los tratamientos SCV regados con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ la reducción de la productividad del cultivo fue total. En el análisis de las eficiencias, tanto la EUN como la EUA tuvieron un comportamiento similar con valores máximos en los tratamientos regado con agua de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ respecto a los tratamientos que recibieron agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. En la EUN, se registraron incrementos similares del 75% para la MS_T ; del 71% para la MS_A , y

del 78% para la MS_R en los tratamientos CCV respecto a los tratamientos SCV cuando fueron regados con agua de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$. Tales resultados son similares a lo expuesto por López Urrea et al. (2016), quienes, en su estudio sobre el cultivo de vid, comprobaron que la cobertura vegetal reduce considerablemente la evapotranspiración del cultivo mejorando la EUA. Por lo cual, en el suelo franco arenoso se observa mayor capacidad para contrarrestar el efecto salino, posiblemente asociada a su mayor capacidad de retener agua, lo cual implicaría más tiempo para manifestarse, a diferencia del suelo arenoso en el cual el uso de CV tuvo mayor incidencia en la calidad de la lechuga, con un efecto estadístico significativo en los tratamientos CCV y no así por efecto de la salinidad.

Tabla 3 / Table 3

Productividad, eficiencias y calidad del cultivo en un suelo arenoso al cuarto ciclo de lechuga con cobertura vegetal y calidad de agua. / *Productivity, efficiencies and quality of the crop in a sandy soil at the fourth cycle of lettuce with vegetal cover and water quality.*

ARENOSO	Calidad del agua				Cobertura	Salinidad	Cobertura-Salinidad
	1,0		2,0				
	SCV	CCV	SCV	CCV			
MS, kg ha^{-1}							
Total	381	1386	0	1125	<0,0001	0,0251	0,6226
Aérea	228	750	0	708	<0,0001	0,0917	0,2230
Raíz	153	636	0	417	0,0001	0,0127	0,5827
Prot, kg ha^{-1}	55,7	164,1	0	174,2	<0,0001	0,2237	0,0931
EUN, kg N ha^{-1}							
Total	3,8	13,9	0	11,3	<0,0001	0,0250	0,6230
Aérea	2,3	7,5	0	7,1	<0,0001	0,0915	0,2220
Raíz	1,5	6,4	0	4,2	0,0001	0,0127	0,5847
EUA, kg MS mm^{-1}							
Total	0,68	2,48	0	2,01	<0,0001	0,0246	0,6321
Aérea	0,41	1,34	0	1,26	<0,0001	0,0896	0,2239
Raíz	0,27	1,14	0	0,74	0,0001	0,0126	0,5682

MS, materia seca; EUN, eficiencia de uso del nitrógeno, EUA, eficiencia de uso del agua. Prot, proteína de la materia seca. 1,0 y 2,0, calidad de agua con conductividad eléctrica de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ y $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente. SCV, tratamiento sin cobertura vegetal. CCV, tratamiento con cobertura vegetal.

Tabla 4 / Table 4

Productividad, eficiencias y calidad del cultivo en un franco arenoso al cuarto ciclo de lechuga con cobertura vegetal y calidad de agua. / *Productivity, efficiencies and quality of the crop in a sandy loam at the fourth cycle of lettuce with vegetal cover and water quality.*

FRANCO ARENOSO	Calidad del agua						
		1,0		2,0			
	SCV	CCV	SCV	CCV	Cobertura	Salinidad	Cobertura-Salinidad
Total	789	1061	692	836	0,1610	0,2665	0,6483
Aérea	494	694	408	575	0,0416	0,2113	0,8311
Raíz	294	367	285	261	0,7241	0,4096	0,4878
Prot, kg ha ⁻¹	155	222	151	169	0,1341	0,2964	0,3568
EUN, kg N ha ⁻¹							
Total	7,9	10,6	6,9	8,4	0,1611	0,2669	0,6468
Aérea	4,9	6,9	4,1	5,8	0,0413	0,2107	0,8326
Raíz	2,9	3,7	2,9	2,6	0,7222	0,4082	0,4883
EUA, kg MS mm ⁻¹							
Total	1,41	1,90	1,24	1,49	0,1609	0,2701	0,6360
Aérea	0,88	1,24	0,73	1,03	0,0423	0,2143	0,8386
Raíz	0,53	0,65	0,51	0,47	0,7449	0,4026	0,5028

MS, materia seca; EUN, eficiencia de uso del nitrógeno, EUA, eficiencia de uso del agua. Prot, proteína de la materia seca. 1,0 y 2,0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,0 dS m⁻¹ y 2,0 dS m⁻¹ respectivamente. SCV, tratamiento sin cobertura vegetal. CCV, tratamiento con cobertura vegetal.

Fuente nitrogenada

Se encontró interacción significativa entre los suelos, motivo por el cual fueron analizados por separado ($p \leq 0,05$).

Suelo arenoso: La respuesta en la productividad y las variables estudiadas, son similares en todos los tratamientos de abono y agua, sin presentar diferencias significativas en la fuente orgánica o inorgánica. Sin embargo, los valores obtenidos con el tratamiento 100No en todas las variables, con excepción de la proteína de la MS, son superiores a los obtenidos con los tratamientos 100Ni. El tratamiento 100Ni con agua 1,0 dS m⁻¹ registró el valor más alto de proteína en la MS (237 kg ha⁻¹), similar al trabajo de Olivares Campos et al. (2012), en donde encontraron que, el nivel más alto de N en el contenido nutricional foliar de lechuga mostró la mayor absorción de este nutriente con la fuente inorgánica a base de urea que se caracteriza por ser una fuente rica en N, con alta solubilidad.

En el análisis de la MS_T los valores obtenidos oscilaron entre 786 y 1386 kg ha⁻¹, con un valor mínimo para el tratamiento 100Ni con agua de 2,0 dS m⁻¹ y el valor máximo fue para el tratamiento con 100No con agua de 1,0 dS m⁻¹ (Tabla 5).

El efecto de la salinidad fue más importante sobre la MS_R ($p=0,0023$) respecto a la parte aérea (Tabla 5). En el análisis del uso de agua de diferente calidad no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, la MS_T en aquellos tratamientos que recibieron agua de 1,0 dS m⁻¹ fue de 1284 kg ha⁻¹ y para los tratamientos que recibieron agua de 2,0 dS m⁻¹ fue inferior (955 kg ha⁻¹) (Tabla 5). Los resultados podrían deberse a que, si bien el uso de abono orgánico es positivo porque favorece al ambiente, el contenido de N en los abonos orgánicos no se encuentra disponible directamente para las plantas y necesita ser transformado a formas solubles que puedan ser absorbidas por el cultivo (Cardoso et al., 2012). Estos autores, demostraron que entre el 7 y 40% del N total aplicado de compost fue mineralizado.

Respecto al análisis de las eficiencias, en el suelo arenoso todos los tratamientos con 100No fueron más eficientes que los tratamientos 100Ni. La EUN para los tratamientos que fueron regados con agua de 1,0 dS m⁻¹, en promedio fue del 41% superior a los tratamientos 100Ni regados con la misma calidad de agua. Mientras que, aquellos tratamientos 100No que recibieron agua de 2,0 dS m⁻¹ fueron un 47% más eficientes en el uso del N respecto a los tratamientos 100Ni. En el caso de los tratamientos 100No, la EUA con agua de 1,0 dS m⁻¹ fue del 17% y para el agua de 2,0 dS m⁻¹ fue del 45% más eficiente respecto a los tratamientos 100Ni. Amirouche et al. (2019), determinaron que la fertilización con 120 kg N ha⁻¹ tuvo mayor EUN (75%) y la recomiendan como la tasa más eficiente para el cultivo de lechuga, ya que se distribuye en un 71% para las hojas y un 59% para las raíces, siendo la dosis que permite alcanzar las mejores eficiencias. Además, asumen que el restante 25% del N está en el suelo o se pierde por lixiviación. No obstante, Machet et al. (1987), determinaron que al momento de la cosecha de lechuga (49 días posteriores al trasplante) el N (kg ha⁻¹) promedio total absorbido por la parte aérea aumentó con el aporte de N orgánico. La EUN cambió significativamente en los tratamientos fertilizados, dado que con estiércol se utilizó el 25%, mientras que con N mineral fue del 16%. Por lo cual, el manejo del agua de riego y la distribución de fertilizantes influyen significativamente en la eficiencia del uso del nitrógeno (Thompson y Doerge, 1996). Otro estudio en un suelo de Neuquén demostró que los mayores rendimientos de lechuga y la EUN fueron mayores en las parcelas fertilizadas con abono orgánico (Aruani et al., 2008).

Tabla 5 / Table 5

Productividad, eficiencias y calidad del cultivo en un suelo arenoso al cuarto ciclo de lechuga con diferente aporte de abono orgánico y calidad de agua. / Productivity, efficiencies and quality of the crop on a sandy soil in the fourth cycle of lettuce with different contributions of organic fertilizer and water quality.

ARENOSO	CCV				Salinidad	Abono	Abono-Salinidad
	1,0		2,0				
	100Ni	100No	100Ni	100No			
MS, kg ha ⁻¹							
Total	1183	1386	786	1125	0,0392	0,0774	0,6246
Aérea	614	750	522	708	0,4721	0,1057	0,7844
Raíz	569	636	264	417	0,0023	0,1027	0,4903
Prot, kg ha ⁻¹	237	164	166	174	0,3745	0,3488	0,2454
EUN, kg N ha ⁻¹							
Total	5,7	6,4	2,6	4,2	0,0023	0,1019	0,4908
Aérea	6,1	7,5	5,2	7,1	0,4720	0,1058	0,7843
Raíz	11,8	13,9	7,9	11,3	0,0391	0,0772	0,6247
EUA, kg MS mm ⁻¹							
Total	2,11	2,48	1,40	2,01	0,0381	0,0767	0,6276
Aérea	1,10	1,34	0,93	1,26	0,4663	0,1051	0,7894
Raíz	1,02	1,14	0,47	0,74	0,0022	0,1041	0,4825

CCV, con cobertura vegetal. MS, materia seca; EUN, eficiencia de uso del nitrógeno, EUA, eficiencia de uso del agua. Prot, proteína de la materia seca. 1,0 y 2,0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,0 dS m⁻¹ y 2,0 dS m⁻¹ respectivamente. Tratamientos de fertilización expresados en gramos de Urea: Abono orgánico 100Ni (0,14:0,00) y 100No (0,05:2,50). Diferencias por efecto del agua salina se presentan por letras minúsculas diferentes en 1,0 y letras mayúsculas en 2,0.

Suelo franco arenoso: No se observa efecto por el uso de cobertura vegetal ni por efecto del agua salina (Tabla 6). A diferencia del suelo arenoso, el efecto de la salinidad en el suelo franco arenoso es más importante en la MS_A ($p=0,0597$) respecto a la radicular (Tabla 6).

En el análisis de las eficiencias, en este suelo se observó un incremento en la misma en el tratamiento 100No sobre la parte aérea con un 6% cuando fueron regados con agua de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ y un 58% más eficientes cuando se regaron con agua de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabla 6). Marouani et al. (2013), demostraron una pobre EUN en el cultivo de papa, y aseguran que la ineficiencia se debe a que el nitrato se concentró en la capa superior del suelo y se había perdido por lixiviación.

En este estudio no registraron diferencias significativas por aplicar abono orgánico o inorgánico. Al igual que el estudio de Reyes et al. (2013), en el cual muestran que los fertilizantes orgánicos pueden alcanzar producciones similares o superiores a los fertilizantes minerales. Teniendo presente que el N de origen inorgánico estará rápidamente disponible, pero será más susceptible a pérdidas que el orgánico, resulta necesario profundizar sobre aspectos claves que hacen a las diferencias.

Tabla 6 / Table 6

Productividad, eficiencias y calidad del cultivo en un suelo franco arenoso al cuarto ciclo de lechuga con diferente aporte de abono orgánico y calidad de agua. / *Productivity, efficiencies and quality of the crop in a sandy loam soil in the fourth lettuce cycle with different contributions of organic fertilizer and water quality.*

FRANCO ARENOSO	CCV				Salinidad	Abono	Abono-Salinidad
	1,0		2,0				
	100Ni	100No	100Ni	100No			
MS, kg ha^{-1}							
Total	1125	1061	547	836	0,1746	0,6872	0,5310
Aérea	653	694	242	575	0,0597	0,1598	0,2625
Raíz	472	367	306	261	0,4039	0,6403	0,8481
Prot, kg ha^{-1}	258	222	103	168	0,0740	0,7811	0,3441
EUN, kg N ha^{-1}							
Total	4,7	3,7	3,1	2,6	0,4035	0,6394	0,8483
Aérea	6,5	6,9	2,4	5,8	0,0595	0,1598	0,2616
Raíz	11,3	10,6	5,5	8,4	0,1743	0,6871	0,5306
EUA, kg MS mm^{-1}							
Total	2,01	1,90	0,98	1,49	0,1732	0,6857	0,5304
Aérea	1,17	1,24	0,43	1,03	0,0595	0,1608	0,2568
Raíz	0,85	0,65	0,54	0,47	0,4003	0,6377	0,8378

CCV, con cobertura vegetal. MS, materia seca; EUN, eficiencia de uso del nitrógeno, EUA, eficiencia de uso del agua. Prot, proteína de la materia seca. 1,0 y 2,0, calidad de agua con conductividad eléctrica de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ y $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente. Tratamientos de fertilización expresados en gramos de Urea: Abono orgánico 100Ni (0,14:0,00) y 100No (0,05:2,50). Diferencias por efecto del agua salina se presentan por letras minúsculas diferentes en 1,0 y letras mayúsculas en 2,0.

Conclusiones

La textura del suelo condiciona la respuesta al uso de cobertura vegetal. Cuando la textura es arenosa, la cobertura produce un efecto positivo sobre la productividad, EUA y EUN. En el suelo de textura franco arenosa, este impacto es menor.

El uso de cobertura vegetal aumentó la producción de MS total y aérea en el suelo franco arenoso.

El uso de cobertura vegetal tuvo mayor incidencia en la calidad de la lechuga en el suelo arenoso, con un efecto por su uso, y no así por efecto de la salinidad. En el suelo franco arenoso no hubo efecto, posiblemente tiene mayor capacidad para contrarrestar el efecto salino por la mayor capacidad de retención de agua que requiera más tiempo para manifestarse.

El uso de abono orgánico, en el suelo arenoso fue más eficiente (EUA y EUN) respecto a los tratamientos con abono inorgánico.

En este estudio no hubo interacción, lo que indica que la respuesta en la productividad y las variables son similares en todos los tratamientos de abono y agua. No obstante, tampoco se observó diferencias entre fuente orgánica-inorgánica.

Referencias

- Amlinger, F., Götz, B., Dreher, P., Geszti, J. y Weissteiner, C. (2003). Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilisation and availability a review. *European Journal of Soil Biology*, 39(3), 107-116. [https://doi.org/10.1016/S1164-5563\(03\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S1164-5563(03)00026-8)
- Amirouche, M., Zella, L. y Smadhi, D. (2019). Influence of nitrogen fertilization on lettuce yields (*Lactuca sativa* L.) using the ¹⁵N isotope label. *Agronomy Research*, 17(3), 641–652, 2019.
- Aruani, M. C., Gili, P., Fernández, L., González Junyent, R., Reeb, P. y Sánchez, E. (2008). Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquén - Argentina. *Agro sur*, 36 (3) 147-157. <http://dx.doi.org/10.4206/agrosur.2008.v36n3-04>
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Imhoff, S. y Morisigue, D. E. (2011). Caracterización de la turba subtropical del departamento Islas de Ibcuy (Entre Ríos, Argentina). *Agriscientia*, 28(2): 137-145.
- Beltrán-Pineda, M. E. y Bernal-Figueroa, A. A. (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Biofertilizers: Biotechnological Alternative for Agroecosystems*. 12 (1) <https://doi.org/10.21789/22561498.1771>
- Bremner, J. M. (1996). Nitrogen – Total. En: *Methods of Soil Analysis, part 3*. Ed. Sparks DL, Chemical Methods, 1085-1123.
- Bodner, G., Loiskandl, W. y Kaul, H. P. (2007). Cover crop evapotranspiration under semi-arid conditions using FAO dual crop coefficient method with water stress compensation. *Agricultural water Management*, (93) 85-98.
- Cardoso Prieto, C. E. (2016). Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo biológico de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2705>
- Cardoso, C., Laurent, G., Rodríguez, R. A., Miglierina, A. M., Minoldo, G., Dagna, N. y Orden, L. (2015). Potentially Crop-N Supply from Different Organic Amendments to a Soil from the Low Valley of the Río Negro Province, Argentina. *Acta Horticulturae* 1076(1076):193-198. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1076.23>
- Cardoso, C. E., Laurent, G., Minoldo G.; Rodriguez, R.; Martínez, J. M. (2012). Estimación de N potencialmente mineralizable de diferentes enmiendas orgánicas mediante incubación anaeróbica. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.
- Cassman, K. G., Dobermann, A. y Walters, D. T. (2002). Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2), 132-140. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.2.132>
- Cassman, K. G. y Munns, D. N. (1980). Nitrogen mineralization as affected by soil moisture, temperature and depth. *Soil Science Society America Journal*. 44:1233-1237.
- Cruz Nieto, D. D., Torres, E. G. G., Montes, J. E. S., Soto, A. L. P., Flores, J. B. C. y Soto, A. R. P. (2022). Fertilización a base de residuo de mercado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Una alternativa sostenible. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(17), 336-345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.172>
- Díaz-Zorita, M., Duarte, G. A. y Grove, J. H. (2002). A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. *Soil Till. Res.* 65: 1-18.

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. InfoStat (versión 2020) [Software]. Córdoba, Argentina: Centro de Transferencia InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dhakal, K. y Nandwani, D. (2020). Evaluation of row covers for yield performance of the leafy green vegetables in organic management system. *Organic Agriculture*, 10(S1), 27-33. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00298-z>
- Duval, M. E., De Lucía, M., Rodriguez, E., Kriger, A., Rodriguez, L., y Bouza, M. E. (2021). Cultivos de servicios para eficientizar el uso del agua en zonas semiáridas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/157493>
- Eghball, B., Wienhold, B. J., Gilley, J. E. y Eigenberg, R. A. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation*, 57(6), 470-473. https://www.researchgate.net/publication/43259889_Mineralization_of_Manure_Nutrients
- Felipe Morales, C. (2002). Manejo Agroecológico del suelo en sistemas andinos en Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Sudamericanas. Buenos Aires. <http://www.lamolina.edu.pe/Postgrado/pmdas/cursos/agroecologia/lecturas/MANEJO%20AGROECOL%C3%93GICO%20DEL%20SUELO%20EN%20SISTEMAS%20ANDINOS.pdf>
- Fernández, R., Frasier, I., Noellemeyer, E. y Quiroga, A. (2017). Soil quality and productivity under zero tillage and grazing on Mollisols in Argentina - A long-term study. *Geoderma Regional*, 11, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2017.09.002>
- Héctor Ardisana, E., Torres García, A., Fosado Téllez, O., Peñarrieta Bravo, S., Solórzano Bravo, J., Jarre Mendoza, V., Medrana Vera, F. y Montoya Bazán, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Revista Cultivos Tropicales*, 41(4):02. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400002&lang=es
- Himani, M. y Siddhardha, B. (2019). Use of microbial biofertilizers technology in agro-environmental sustainability. En *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. 199-211. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818258-1.00013-3>
- Jarecki, M., Grant, B., Smith, W., Deen, B. y Drury, C. (2018). Long-term Trends in Corn Yields and Soil Carbon under Diversified Crop Rotations. *Journal of Environmental Quality*, 47(4), 635-643. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0317>
- Kim, D. H., Kang, Y. J., Choi, J. J., y Yun, S. I. (2020). Lettuce growth and nitrogen loss in soil treated with corn starch carbamate produced using urea. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 53(1), 13-21. <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2020.53.1.013>
- López Urrea, R., Montoro, A., Martínez, L., Mañas, F., Sánchez, J. M. y Intrigliolo, D. S. (2016). ¿Es posible mejorar la eficiencia en el uso del agua de un viñedo mediante un acolchado orgánico del suelo?. In XXXIV Congreso Nacional de Riegos, Sevilla. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/41079/1/T-A-05.pdf?sequence=1>
- Marouani, A., Sahli, A. y Ben Jeddi, F. (2013). Efficiency of nitrogen use by seasonal potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 18, 2785-2801. <https://www.m.elewa.org/JAPS/2013/18.3/Abstract2-amel.html>
- Machet, J. M., Pierre, D., Recous, S., Remy, J. C. (1987). Signification du coefficient reel d'utilisation et consequences pour la fertilisation azotée des cultures. C.R. *Academia Agrícola*. Fr. 73: 39-55.

- Moisés, J., Gómez, M. y Galantini, J. A. (2018). Residuos agroindustriales biotransformados: un residuo hecho fertilizante, un problema convertido en solución. En: Siembra directa en el SO Bonaerense (Ed. J.A. Galantini).
- Olivares Campos, M. A., Hernández Rodríguez, A., Vences Contreras, C., Jáquez Balderrama, J. L. y Ojeda Barrios, D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia, trópico húmedo*. 28(1):27-37. <https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n1/v28n1a3.pdf>
- Quiroga, A., Funaro, D., Noellemeyer, E. y Peinemann, N. (2005). Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. *Soil y Tillage Research*, 90-(1): 63-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2005.08.019>
- Quispe Sanabria, S., Mendoza Dávalos, K., Sangay Tucto, S. y Cosme De La Cruz, R. C. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 329-336. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.036>
- Reyes Salvador, A. G. y Soller Ruiz, L. (2013). Efecto de la fertilización nitrogenada y de la materia orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv whithe boston improved. y las propiedades del suelo en condiciones de tapo-Huaribamba. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/154>
- Sánchez, F. I. y Delgado, J. L. R. (2008). Efecto de la aplicación del compost sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. En Compostaje. Mundi Prensa Libros SA. p305-328. ISBN 978-84-8476-346-8.
- Thompson, T. L. y Doerge, T. A. (1996). Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated lettuce. Agronomic, economic and environmental outcomes. *Soil Science Society. American Journal*. 60: 168-173.
- Volonteri, H., Jonas, O. (1981). La determinación del N en materiales biológicos. *Bol. Centro Pampeano de Estudios en Cs. Naturales y Agronómicas*. 2: 23-30.

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/586/5865251002/5865251002.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Daiana Susana Huespe, Juan Alberto Galantini,
Cristian Álvarez

Cobertura vegetal en lechuga: efecto sobre la producción y
eficiencia de uso del agua y nitrógeno

***Plant cover in lettuce: effect on production and efficiency
of water and nitrogen use***

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 24, e0034, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

revistafave@fca.unl.edu.ar

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0034>